



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt



(10) DE 102 25 731 A1 2004.01.08

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 102 25 731.0  
(22) Anmeldetag: 11.06.2002  
(43) Offenlegungstag: 08.01.2004

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **B60K 7/00**  
B60K 1/02, B60L 11/00

(71) Anmelder:  
ZF FRIEDRICHSHAFEN AG, 88046  
Friedrichshafen, DE

(72) Erfinder:  
Rösch, Thomas, 88090 Immenstaad, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu  
ziehende Druckschriften:

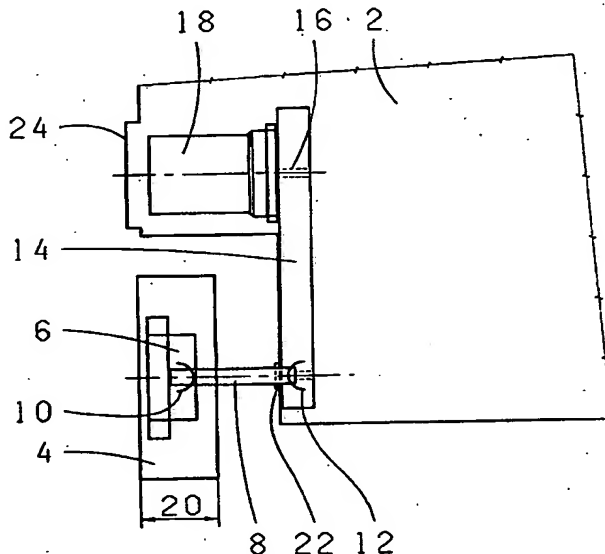
DE 44 21 425 C1  
DE 199 60 327 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gem. § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: Elektrisch angetriebenes Fahrzeug mit Einzelradantrieb

(57) Zusammenfassung: Für ein mehrachsgetriebenes Geländefahrzeug mit elektrischen Einzelradantrieben mit einer Fahrzeugwanne (2) und mehreren Antriebsrädern (4), denen jeweils ein Antrieb mit mindestens einem elektrischen Antriebsmotor (18) zugeordnet ist, wobei der Antriebsmotor (18) zumindest teilweise in dem vom Antriebsrad (4) eingenommenen axialen Bauraum radial außerhalb des Antriebsrads (4) angeordnet ist, wird vorgeschlagen, ein Gehäuse eines Verbindungsgetriebes (14) starr mit der Fahrzeugwanne (2) zu verbinden und die triebliche Verbindung vom Verbindungsgetriebe (14) mit dem Antriebsrad (4) durch eine Gelenkwelle zu bewerkstelligen, so dass die ungefederten Massen jedes Antriebsrads gering bleiben und in der Mitte des Fahrzeugs ein breiter Durchgang verbleibt.



**Beschreibung**

[0001] Die Erfindung betrifft ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug mit mehreren Antriebsrädern, denen jeweils ein Antrieb mit mindestens einem Elektromotor zugeordnet ist.

**Stand der Technik**

[0002] Für Fahrzeuge mit elektrischen Einzelradantrieben existieren verschiedene Konzepte für die Anordnung der Antriebe im Fahrzeug.

[0003] Bei einem bekannten Konzept sind die Antriebsmotoren im Fahrzeugchassis bzw. bei gepanzerten Fahrzeugen in der Fahrzeugwanne in axialer Verlängerung der Antriebsräder angeordnet. Nachteilig bei dieser Anordnung ist, dass der Raum zwischen den Rädern von den Antriebsmotoren belegt wird und nicht anderweitig nutzbar ist.

[0004] Bei einem anderen bekannten Konzept sind die Antriebsmotoren in den Radnaben angeordnet. Dadurch bleibt der Raum zwischen den Antriebsrädern weitgehend frei von Antriebskomponenten. Nachteilig dabei ist jedoch, dass die gefederten Massen im Rad sehr hoch sind, so dass insbesondere bei hohen Geschwindigkeiten im Gelände thermische Probleme an den Dämpfungselementen auftreten. Der Bauraum in den Radnaben ist sehr begrenzt, so dass größerbauende elektrische Maschinen, wie z.B. Asynchron-Maschinen, schwer oder schlecht verwendbar sind und teure Permanentmagnetmotoren benötigt werden. Insbesondere bei militärisch genutzten Fahrzeugen kommen noch weitere nachteilige Aspekte dieses Konzepts hinzu: Bei Radnabenmotoren ist es äußerst schwierig, die Wärme- und Geräuschabstrahlung des Antriebs klein zu halten. Damit auch ein Einsatz mit teilweise unter Wasser stehenden Rädern möglich ist, ein sogenannter Wat-Betrieb, sind aufwendige Abdichtungen an der Radnabe notwendig. Es werden relativ lange Versorgungs- und Kühlleitungen benötigt, die ebenso wie der Antriebsmotor selbst relativ schlecht geschützt gegenüber Beschuß und Umwelteinflüssen sind.

[0005] Die DE 196 17 165 A1 und die EP 0 966 361 B1 zeigen elektrisch angetriebene Fahrzeuge mit einem Chassis und mehreren Antriebsrädern, denen jeweils ein Antrieb mit mindestens einem Elektromotor zugeordnet ist. Dabei ist der Elektromotor, zumindest teilweise, in dem vom Antriebsrad eingenommenen axialen Bauraum radial außerhalb des Antriebsrads angeordnet. Die triebliche Verbindung des Antriebsmotors mit dem Antriebsrad erfolgt mit einem Stirnrad-Verbindungsgetriebe, dessen Gehäuse auf der zur Fahrzeugmitte zugewandten Seite von Antriebsrad und Antriebsmotor angeordnet ist. Diese Anordnung ermöglicht den Einsatz auch von größerbauenden Asynchron-Maschinen, ohne dass der Bauraum zwischen den Antriebsrädern wesentlich eingeschränkt würde. Der Nachteil dieser Anordnungen besteht darin, dass die gefederten Massen ähn-

lich hoch wie beim Radnabenantrieb sind und dass nur ein begrenzter Federweg zur Verfügung steht. Diese Konzepte sind auch nicht geeignet für gelenkte Räder, so dass sie nicht für mehrachsgetriebene Geländefahrzeuge in Frage kommen.

**Aufgabenstellung**

[0006] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug anzugeben, das für hohe Geschwindigkeiten im Gelände geeignet ist, bei dem die Räder geringe gefederte Massen und einen hohen Federweg aufweisen, das einen breiten Durchgang im Fahrzeuginnern, auch beim Einsatz von längerbauenden Asynchron-Motoren, ermöglicht und das außerdem für lenkbare Räder geeignet ist. Darüber hinaus soll die Wärme- und Geräuschabstrahlung nach außen gering und das Durchfahren von seichtem Wasser soll möglich sein.

[0007] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein, auch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Hauptanspruch aufweisendes, elektrisch angetriebenes Fahrzeug. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind durch die Unteransprüche gegeben.

[0008] Erfindungsgemäß sind also bei dem Fahrzeug, bei dem der jedem Antriebsrad zugeordnete Elektromotor zumindest teilweise in dem vom Antriebsrad eingenommenen axialen Bauraum außerhalb des Antriebsrads angeordnet ist, das Gehäuse des Verbindungsgetriebes, welches Elektromotor und Antriebsrad trieblich verbindet, und der Antriebsmotor starr mit der Fahrzeugwanne verbunden. Zwischen dem Abtrieb des Verbindungsgetriebes und dem Antriebsrad ist eine Gelenkwelle vorgesehen, die mittels eines Gelenks mit dem Abtrieb des Verbindungsgetriebes verbunden ist. Es wird eine sehr gute Bauraumausnutzung erzielt, die gefederten Massen der Antriebsräder sind sehr gering, und der Elektromotor ist geschützt innerhalb der Fahrzeugwanne angeordnet.

[0009] In einer vorteilhaften Ausgestaltung sind Dichtungen vorgesehen, so dass der Elektromotor wassergeschützt innerhalb der Fahrzeugwanne angeordnet ist, und der Bereich des Elektromotors trocken bleibt, wenn das Antriebsrad ganz oder teilweise unter Wasser ist.

[0010] Bei einer Variante dieser Ausgestaltung durchdringt das Gehäuse des Verbindungsgetriebes die Fahrzeugwanne, und zwischen der Fahrzeugwanne und dem Gehäuse des Verbindungsgetriebes ist die Dichtung vorgesehen. Alternativ ist es aber auch möglich, das gesamte Verbindungsgetriebe wassergeschützt innerhalb der Fahrzeugwanne anzuordnen, so dass nur die Gelenkwelle, die die Fahrzeugwanne durchdringt, durch eine Dichtung abgedichtet werden muß.

[0011] Die erfindungsgemäße Anordnung des Einzelradantriebs bringt keine Einschränkungen bezüglich der Art der Radaufhängung mit sich. So ist es möglich, auch gelenkte Antriebsräder einer Achse

des Fahrzeugs, die schwenkbar aufgehängt und mit einer Lenkeinrichtung versehen sind, vorzusehen. Ebenfalls findet keine Einschränkung bezüglich der Anzahl der Räder und Achsen statt.

#### Ausführungsbeispiel

[0012] Weitere Ausgestaltungen der Erfindung werden anhand der beiliegenden Figuren erläutert.

[0013] Darin zeigen schematisch:

Fig. 1 eine Draufsicht auf einen Ausschnitt einer Fahrzeugwanne mit einem erfindungsgemäßen Einzelradantrieb;

Fig. 2 eine Draufsicht auf einen Triebstrang eines erfindungsgemäßen Einzelradantriebs;

Fig. 3 eine Seitenansicht eines Verbindungsgetriebes;

Fig. 4 eine Draufsicht auf ein Fahrzeug mit acht Einzelradantrieben;

Fig. 5 eine Seitenansicht eines Fahrzeugs gemäß Fig. 4;

Fig. 6 eine Draufsicht auf ein Fahrzeug mit acht Einzelradantrieben;

Fig. 7 eine Seitenansicht eines Fahrzeugs gemäß Fig. 6;

Fig. 8 eine Draufsicht auf ein Fahrzeug mit acht Einzelradantrieben;

Fig. 9 eine Seitenansicht eines Fahrzeugs gemäß Fig. 8;

Fig. 10 eine Draufsicht eines Fahrzeugs mit acht Einzelradantrieben und

Fig. 11 eine Seitenansicht eines Fahrzeugs gemäß Fig. 10.

[0014] In Fig. 1 ist mit 2 ein hinterer linker Ausschnitt aus einer Fahrzeugwanne eines mehrachsigen Geländefahrzeugs bezeichnet. Im Antriebsrad 4 ist ein als Planetengetriebe ausgebildetes Radkopfgetriebe 6 angeordnet. Die Gelenkwelle 8 weist an ihren beiden Enden Gelenke 10, 12 auf, welche eine Einfederbewegung und/oder einen Lenkeinschlag des Rades 6 ermöglichen. Am Gelenk 10 ist die Gelenkwelle 8 trieblich mit dem Eingang des Radkopfgetriebes 6 verbunden. Am Gelenk 12 ist die Gelenkwelle 8 mit dem Ausgang des Verbindungsgetriebes 14 verbunden, dessen Gehäuse starr mit der Fahrzeugwanne 2 verbunden ist. Eingangsseitig ist das Verbindungsgetriebe 14 mit der Motorwelle 16 des Antriebsmotors 18 verbunden. Der Antriebsmotor 18 ist mit seinem zur Fahrzeugaußenseite gerichteten Ende teilweise in dem vom Antriebsrad 4 eingenommenen axialen Bauraum 20 radial außerhalb des Antriebsrads angeordnet. Das Gehäuse des Verbindungsgetriebes 14 ist auf der zur Fahrzeugmitte zugewandten Seite von Antriebsrad 4 und Antriebsmotor 18 angeordnet. Der Bereich der Fahrzeugwanne innerhalb des Verbindungsgetriebes bleibt frei von Bauteilen des Antriebs, so dass ein breiter Durchgang in der Fahrzeugmitte geschaffen wird. Die ungefederte Masse des Antriebsrads 4 ist gering, da

das Verbindungsgetriebe 14 und der Antriebsmotor 18 der abgefederten Fahrzeugwanne 2 zugeordnet sind. Im Bereich des Durchbruchs der Gelenkwelle 8 durch die Fahrzeugwanne 2 ist eine Dichtungsmanchette 22 vorgesehen. Der Antriebsmotor 18 und das Verbindungsgetriebe 16 sind also wassergeschützt innerhalb der Fahrzeugwanne angeordnet und bleiben trocken, auch wenn das Antriebsrad 4 ganz oder teilweise unter Wasser steht. Die Fahrzeugwanne 2 weist an der Außenseite in axialer Verlängerung des Antriebsmotors 18 eine Öffnung auf, so dass der Antriebsmotor für Montage und Wartungszwecke von außen zugänglich ist. Diese Öffnung ist durch einen Deckel 24 verschließbar. Der Antriebsmotor 18 und das Verbindungsgetriebe 14 sind vor Umwelteinflüssen und Beschuß vollständig geschützt innerhalb der gepanzerten Fahrzeugwanne 2 angeordnet. An dieser Stelle ist auch die unerwünschte Wärme- und Geräuschabstrahlung nach außen sehr gering.

[0015] In Fig. 2 sind gleiche Positionen mit gleichen Bezugszeichen versehen wie in Fig. 1.

[0016] Das Verbindungsgetriebe 14 gemäß Fig. 3 ist als Stirnräderkette mit hier beispielhaft angegebenen, insgesamt vier Stirnrädern 26, 28, 30, 32 ausgebildet, welche drehbar im Gehäuse des Verbindungsgetriebes 14 gelagert sind. Das Verbindungsgetriebe 14 ist mit geringem Aufwand in verschiedenen Varianten mit unterschiedlichen Übersetzungen herstellbar, so dass Anpassungen der Gesamtübersetzungen sehr leicht zu bewerkstelligen sind. In Abhängigkeit vom Achsabstand ist auch eine andere Anzahl an Stirnrädern möglich und liegt in einer weiteren geeigneten Ausführung bei drei Stirnrädern. Anstelle einer Stirnräderkette kann auch ein mit einem Ketten- oder Riementrieb versehenes Umschlingungsgetriebe verwendet werden.

[0017] In der Darstellung gemäß Fig. 4 sind wiederum gleiche Positionen mit gleichen Bezugszeichen versehen wie in

[0018] Fig. 1. Bei diesem Fahrzeug ist jedem Rad 4 des Fahrzeugs ein Antriebsmotor 18 und ein Verbindungsgetriebe 14 zugeordnet. Die Antriebsmotoren 18 sind jeweils im Bauraum oberhalb der Drehachsen der Antriebsräder 4 zwischen zwei benachbarten Antriebsrädern in Fahrtrichtung 34 vor dem zugeordneten Antriebsrad 4 angeordnet. Dabei schließt eine Verbindungslinie 36 zwischen der Drehachse eines Antriebsrads 4 und der Drehachse der Antriebswelle 16 des Antriebsmotors 18 mit einer Verbindungslinie 38 der Drehachsen zweier benachbarter Antriebsräder 4 einen Winkel  $\alpha$  ein, der vorzugsweise zwischen 30° und 75° beträgt (Fig. 5).

[0019] Fig. 6 und 7 zeigen eine Konstellation, bei welcher die Antriebsmotoren 18 jeweils hinter der Drehachse des zugeordneten Antriebsrads 4 liegen.

[0020] In der in Fig. 8 und 9 dargestellten Konstellation sind die Verbindungsgetriebe 14 mit den Antriebsmotoren 18 der mittleren, benachbart hintereinanderliegender Antriebsräder 4 einander zugeneigt,

so dass die Drehachsen der Antriebswellen der Antriebsmotoren in horizontaler Richtung zwischen den Drehachsen der Antriebsräder 4 liegen. Diese Konstellation ist dann besonders vorteilhaft, wenn aus Redundanzgründen die Antriebsmotoren 18 der benachbarten Antriebsräder 4 trieblich miteinander kopplbar oder gekoppelt sein sollen, wie in Fig. 9 durch die Stirnräder 26, 40 angedeutet ist.

[0021] Alternativ dazu zeigen Fig. 10 und 11 eine Konstellation, bei der die Verbindungsgetriebe 14 mit den Antriebsmotoren 18 zweier benachbart hintereinanderliegender Antriebsräder 4 voneinander weggegeneigt sind. Auf diese Weise wird im Bereich oberhalb und zwischen den beiden Antriebsrädern 4 ein Freiraum gebildet, der für größere Aggregate, wie z.B. die Energieversorgungseinheit 42 für die elektrischen Antriebsmotoren 18, zur Verfügung steht. An dieser Stelle ist die Energieversorgungseinheit 42, typischerweise bestehend aus einem Dieselmotor und einem Generator, gut von außen durch entsprechende Wartungsöffnungen zugänglich, und der Durchgang längs der Mitte des Fahrzeugs bleibt frei.

#### Bezugszeichenliste

2	Fahrzeugwanne
4	Antriebsrad
6	Radkopfgetriebe
8	Gelenkwelle
10	Gelenk
12	Gelenk
14	Verbindungsgetriebe
16	Welle
18	Antriebsmotor
20	axialer Bauraum
22	Dichtungsmanschette
24	Deckel
26, 28,	Stirnräder
30, 32,	Stirnräder
34	Fahrtrichtung
36	Verbindungsline
38	Verbindungsline
40	Stirnrad
42	Energieversorgungseinheit

#### Patentansprüche

1. Elektrisch angetriebenes Fahrzeug, insbesondere mehrachsgetriebenes Geländefahrzeug, mit einer Fahrzeugwanne (2) und mehreren Antriebsrädern (4), denen jeweils ein Antrieb mit mindestens einem elektrischen Antriebsmotor (18) zugeordnet ist, wobei der Antriebsmotor (18), zumindest teilweise, in dem vom Antriebsrad (4) eingenommenen axialen Bauraum (20) radial außerhalb des Antriebsrads (4) angeordnet ist und zur trieblichen Verbindung des Antriebsmotors (18) mit dem Antriebsrad (4) ein Verbindungsgetriebe (14) mit einem Gehäuse vorgesehen ist, welches auf der zur Fahrzeugmitte zugewandten Seite von Antriebsrad (4) und Antriebsmotor

(18) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse des Verbindungsgetriebes (14) starr mit der Fahrzeugwanne (2) verbunden ist und dass zwischen einem Abtrieb des Verbindungsgetriebes und dem Antriebsrad eine Gelenkwelle (8) vorgesehen ist, die mittels eines Gelenks (12) mit dem Abtrieb des Verbindungsgetriebes (14) verbunden ist.

2. Fahrzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Antriebsmotor wassergeschützt innerhalb der Fahrzeugwanne (2) angeordnet ist, so dass der Bereich des Antriebsmotors (18) trocken bleibt, wenn das Antriebsrad (4) ganz oder teilweise unter Wasser ist.

3. Fahrzeug nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse des Verbindungsgetriebes (14) die Fahrzeugwanne (2) durchdringt und dass zwischen der Fahrzeugwanne (2) und dem Gehäuse des Verbindungsgetriebes (14) eine Dichtung vorgesehen ist.

4. Fahrzeug nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das gesamte Verbindungsgetriebe (14) wassergeschützt innerhalb der Fahrzeugwanne (2) angeordnet ist, und die Gelenkwelle (8) die Fahrzeugwanne (2) durchdringt und zwischen der Gelenkwelle (8) und der Fahrzeugwanne (2) eine Dichtungsmanschette (22) vorgesehen ist.

5. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest zwei Antriebsräder (4), die einer Achse des Fahrzeugs zugeordnet sind, schwenkbar aufgehängt und von einer Lenkeinrichtung lenkbar sind.

6. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Antriebsrad (4) ein Radkopfgetriebe (6) aufnimmt, das antriebsseitig mit der Gelenkwelle (8) verbunden ist.

7. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Verbindungsgetriebe (14) als Stirnräderkette (26, 28, 30, 32) ausgebildet ist.

8. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Verbindungsgetriebe als Umschlingungsgetriebe ausgebildet ist.

9. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrzeugwanne (2) an der Außenseite im Bereich des Antriebsmotors (18) eine durch einen Deckel (24) verschließbare Öffnung aufweist.

10. Fahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Verbindungsline (36) zwischen der Drehachse eines Antriebsrads (4) und der Drehachse einer Antriebswelle

des Antriebsmotors (18) mit einer Verbindungslinie (38) der Drehachsen zweier benachbarter Antriebsräder (4) einen Winkel ( $\alpha$ ) einschließt, der zwischen 30° und 75° beträgt.

11. Fahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jedem Rad (4) des Fahrzeugs wenigstens ein Antriebsmotor (18) und ein Verbindungsgetriebe (14) zugeordnet ist.

12. Fahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungsgetriebe (14) mit den Antriebsmotoren (18) zweier benachbart hintereinanderliegender Antriebsräder (4) einander zugeneigt sind, so dass die Drehachsen der Antriebswellen der Antriebsmotoren (18) in horizontaler Richtung zwischen den Drehachsen der Antriebsräder (4) liegen.

13. Fahrzeug nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebsmotoren (18) der benachbarten Antriebsräder (4) trieblich miteinander koppelbar oder gekoppelt sind.

14. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungsgetriebe (14) mit den Antriebsmotoren (18) zweier benachbart hintereinanderliegender Antriebsräder (4) voneinander weggeneigt sind, so dass im Bereich oberhalb und zwischen den beiden Antriebsrädern (4) ein Freiraum gebildet wird.

15. Fahrzeug nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Freiraum zumindest Teile einer Energieversorgungseinheit (42) für die elektrischen Antriebsmotoren (18) angeordnet sind.

16. Antriebseinheit, bestehend aus einem Antriebsmotor (18) und einem Verbindungsgetriebe (14) zur Verwendung in einem Fahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

17. Verbindungsgetriebe einer Antriebseinheit nach Anspruch 16.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

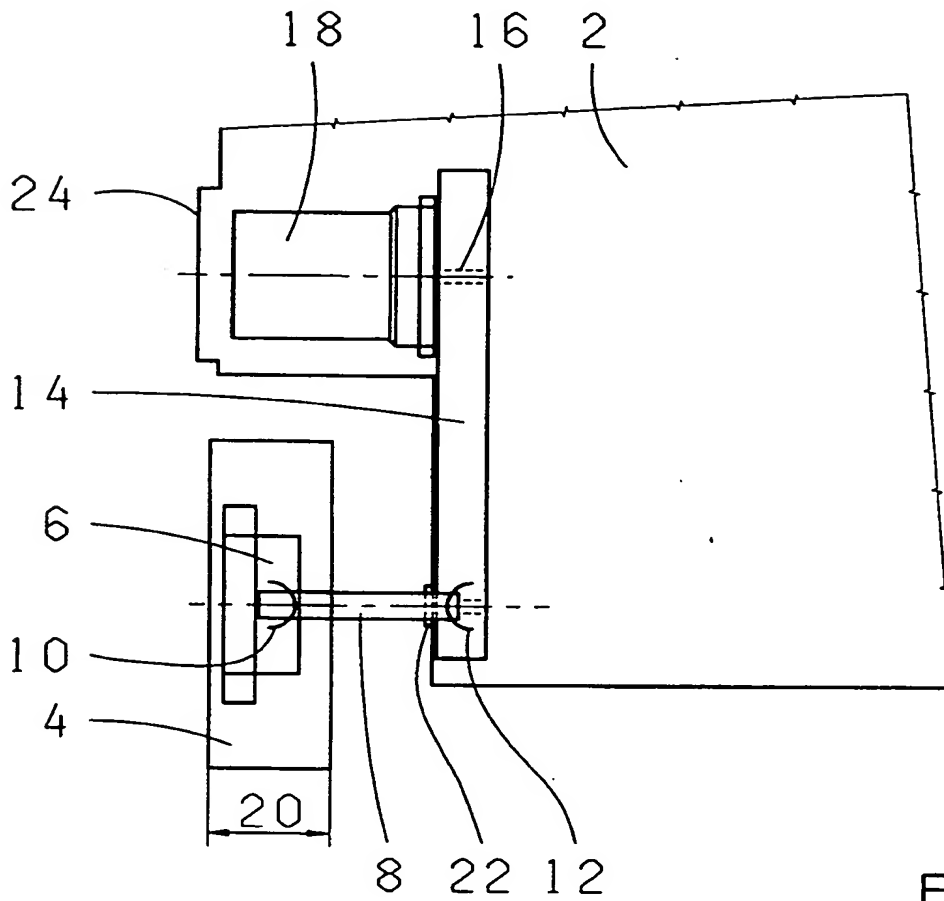


Fig. 1

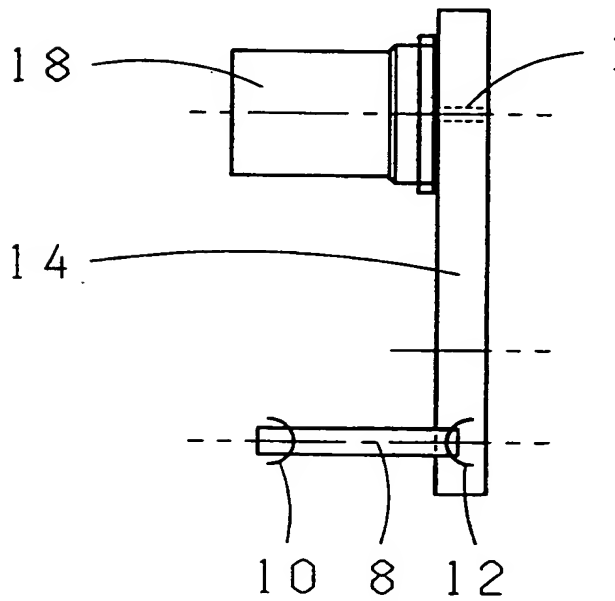


Fig. 2

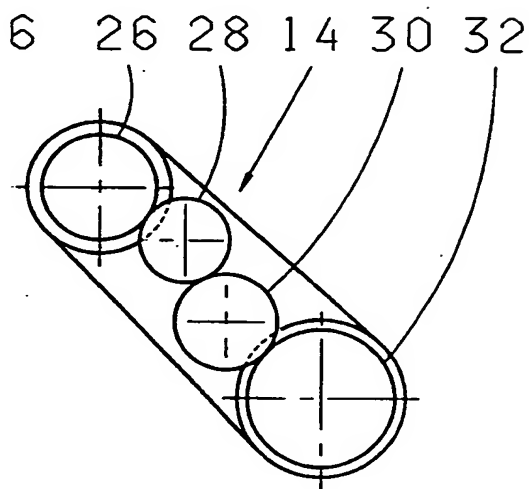


Fig. 3

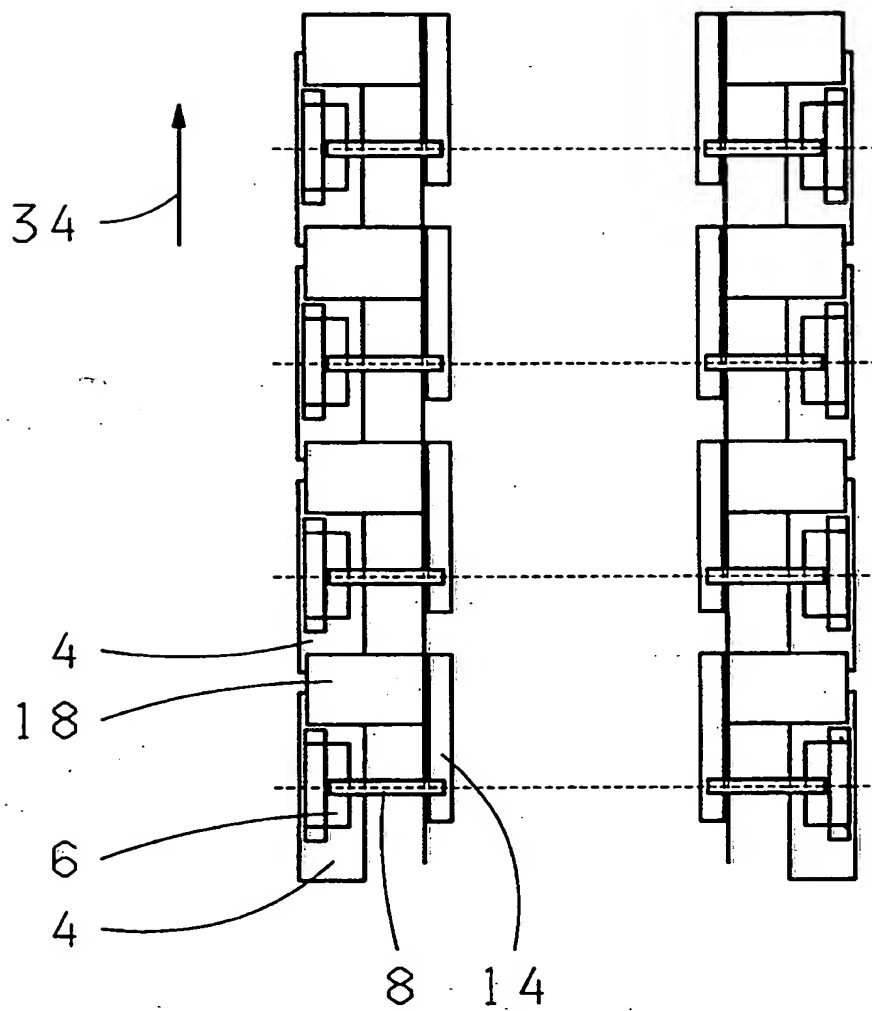


Fig. 4

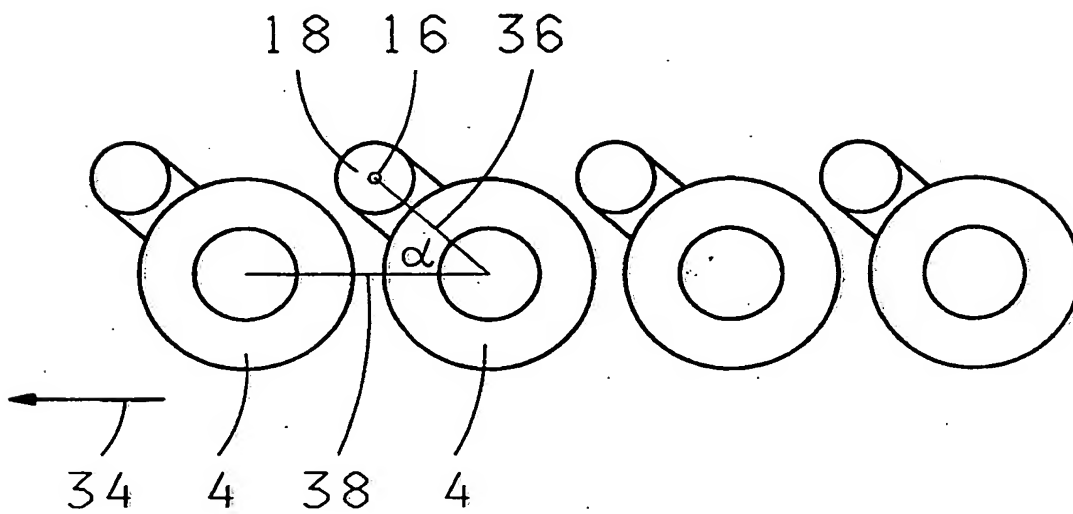


Fig. 5

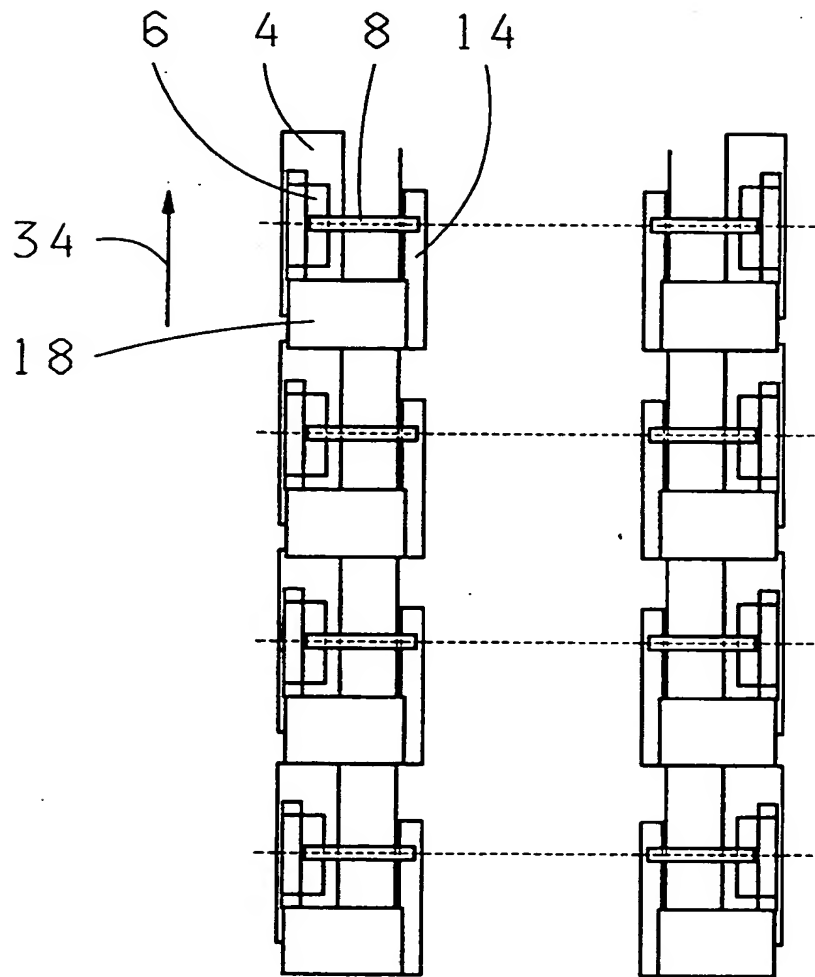


Fig. 6

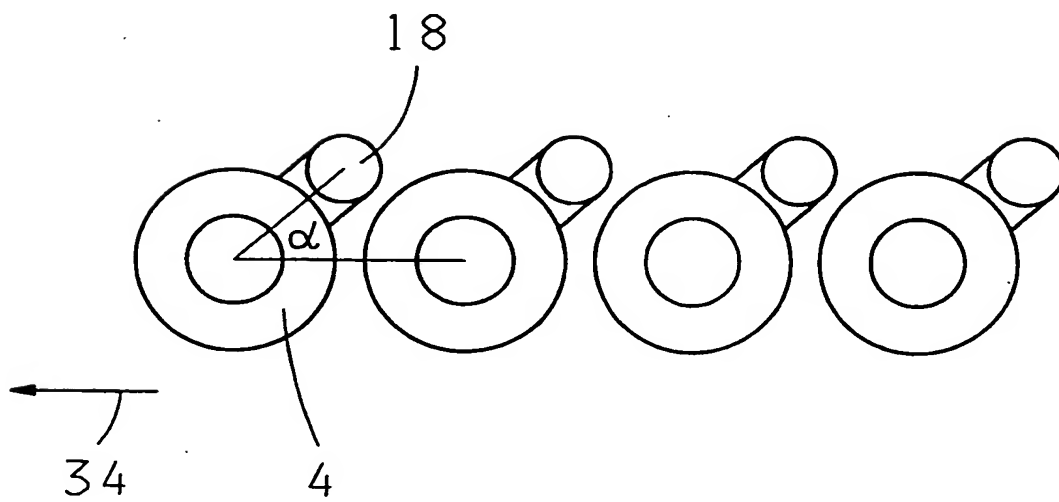


Fig. 7



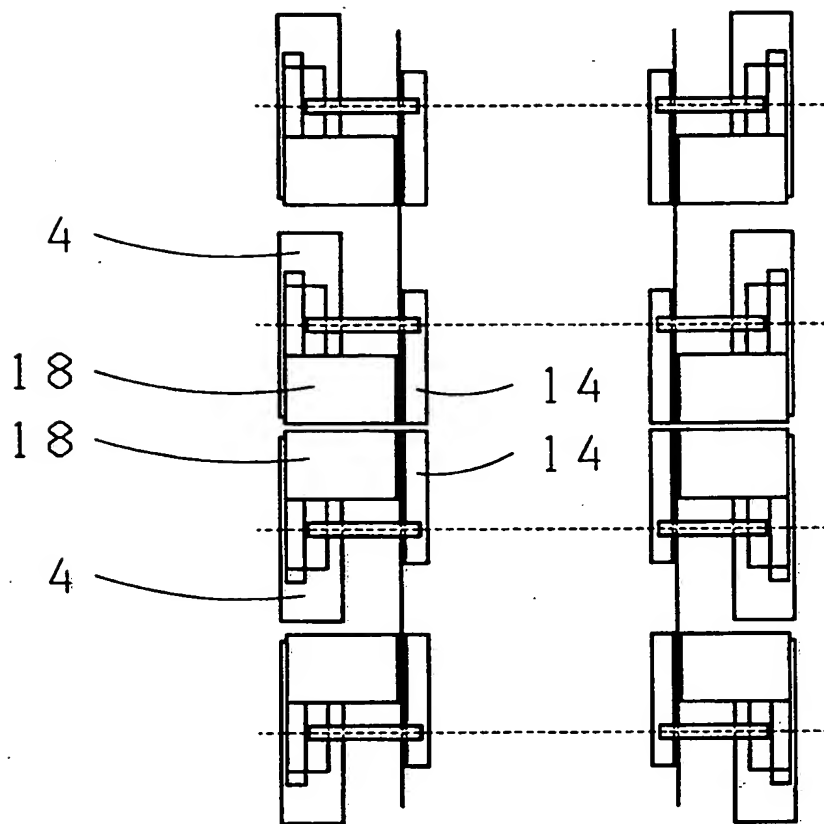


Fig. 8

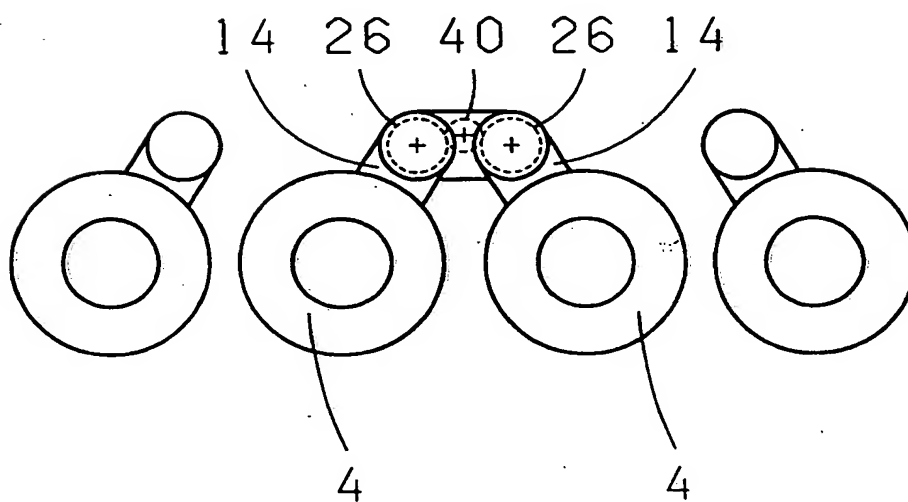


Fig. 9

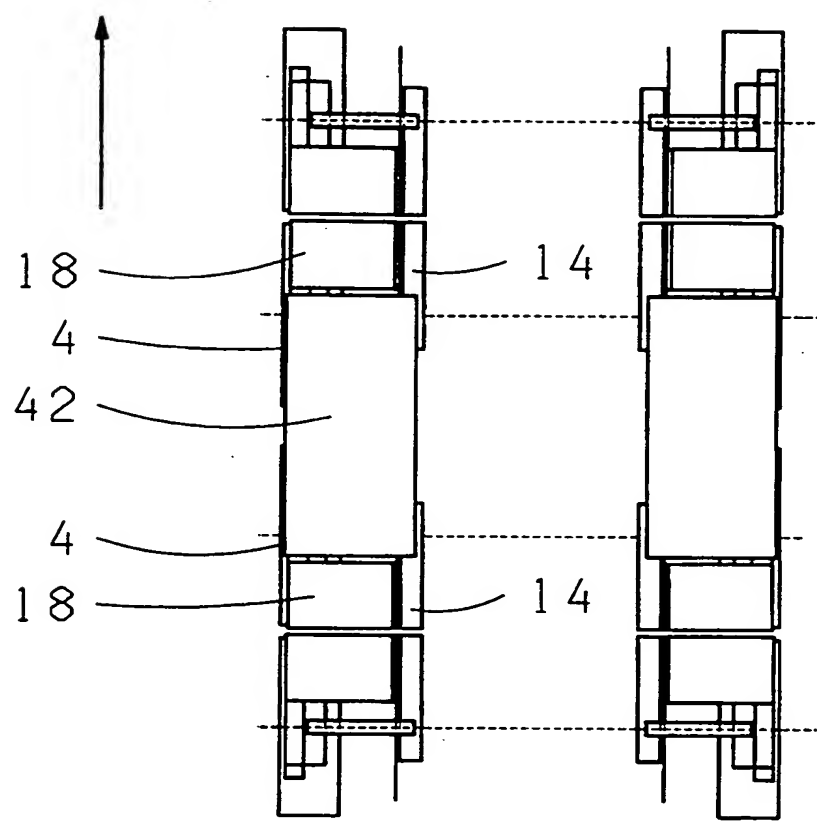


Fig. 10

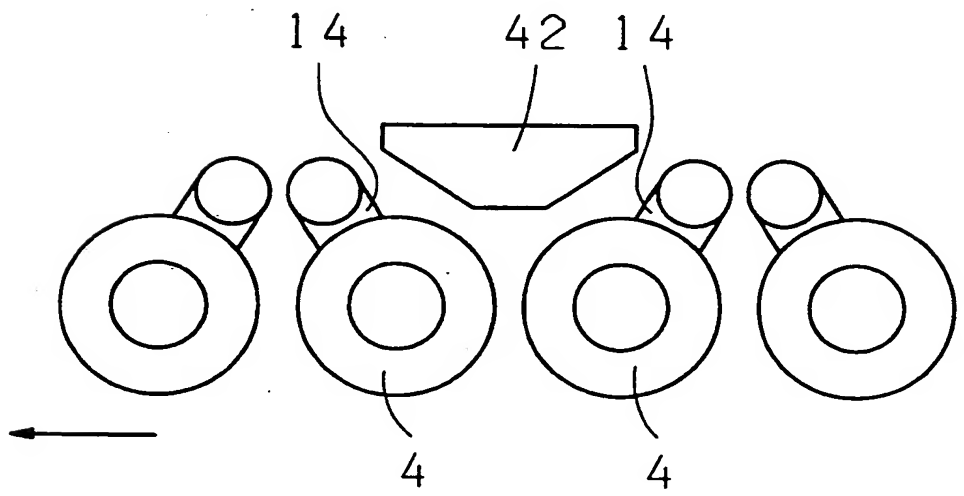


Fig. 11